

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:)
BOUCHE ET AL.)
Serial No. Not yet assigned)
Filing Date: Herewith)
For: METHOD FOR THE ADHESION OF TWO)
ELEMENTS, IN PARTICULAR OF AN)
INTEGRATED CIRCUIT, FOR)
EXAMPLE AN ENCAPSULATION OF A)
RESONATOR, AND CORRESPONDING)
INTEGRATED CIRCUIT)
)
)
)
I HEREBY CERTIFY THIS PAPER OR FEE IS BEING
DEPOSITED WITH THE U.S. POSTAL SERVICE
"EXPRESS MAIL POST OFFICE TO ADDRESSEE"
SERVICE UNDER 37 CFR 1.10 ON THE DATE
INDICATED BELOW AND IS ADDRESSED TO: MS
PATENT APPLICATION, PO BOX 1450,
ALEXANDRIA, VA 22313-1450.
EXPRESS MAIL NO: EV 322686416 US
DATE OF DEPOSIT: December 5, 2003
NAME: Justin Goree
SIGNATURE: Justin Goree

TRANSMITTAL OF CERTIFIED PRIORITY DOCUMENT

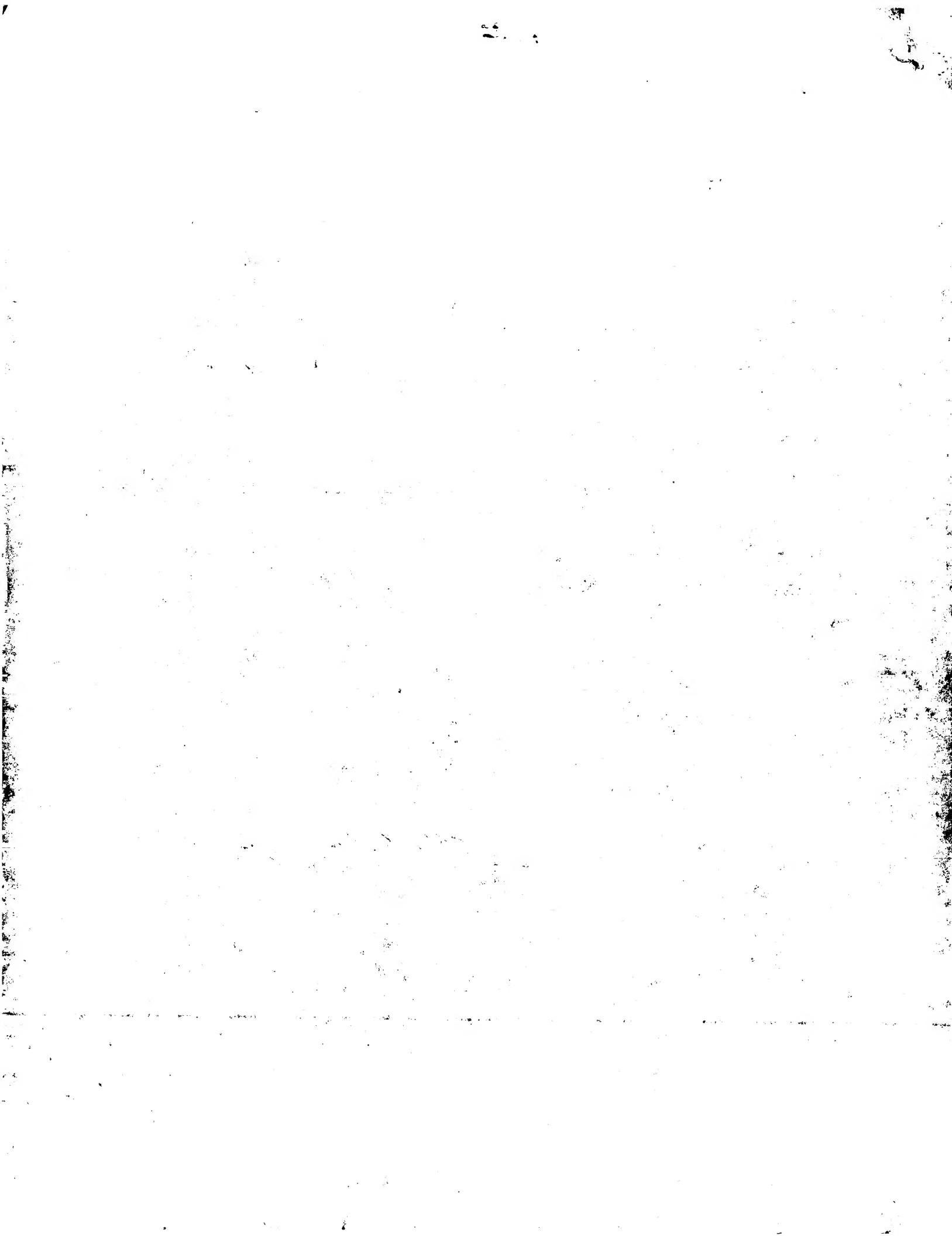
MS PATENT APPLICATION
COMMISSIONER FOR PATENTS
P.O. BOX 1450
ALEXANDRIA, VA 22313-1450

Sir:

Transmitted herewith is a certified copy of the
priority French Application No. 0215370.

Respectfully submitted,

Michael W. Taylor
MICHAEL W. TAYLOR
Reg. No. 43,182
Allen, Dyer, Doppelt, Milbrath
& Gilchrist, P.A.
255 S. Orange Avenue, Suite 1401
Post Office Box 3791
Orlando, Florida 32802
Telephone: 407/841-2330
Fax: 407/841-2343
Attorney for Applicant





BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 22 OCT. 2003

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Martine PLANCHE'.

Martine PLANCHE

INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIETE
INDUSTRIELLE

SIEGE
26 bis, rue de Saint Petersbourg
75800 PARIS cedex 08
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23
www.inpi.fr





INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08
Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI

cerfa
N° 11354*02



DA 540 9 W / 010801

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE page 1/2

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

5 DEC 2002

Réserve à l'INPI

REPRISE DES PIÈCES
DATE 75 INPI PARIS

LIEU

0215370

N° D'ENREGISTREMENT
NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI
DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE
PAR L'INPI

05 DEC. 2002

Vos références pour ce dossier
(facultatif) BO2/3396FR-FZ

Confirmation d'un dépôt par télécopie

N° attribué par l'INPI à la télécopie

2 NATURE DE LA DEMANDE

Cochez l'une des 4 cases suivantes

Demande de brevet



Demande de certificat d'utilité



Demande divisionnaire



Demande de brevet initiale

Date

ou demande de certificat d'utilité initiale

Date

Transformation d'une demande de
brevet européen Demande de brevet initiale



Date



3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)

Procédé d'adhésion de deux éléments, en particulier d'un circuit intégré, par exemple une encapsulation d'un résonateur, et circuit intégré correspondant.

4 DECLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE

Pays ou organisation

Date N°

Pays ou organisation

Date N°

Pays ou organisation

Date N°

S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»

5 DEMANDEUR (Cochez l'une des 2 cases)

Personne morale

Personne physique

Nom
ou dénomination sociale

STMicroelectronics SA

Prénoms

Société Anonyme

Forme juridique

N° SIREN

Code APE-NAF

Domicile
ou
siège

Rue

29, Boulevard Romain Rolland

Code postal et ville MONTROUGE

Code postal et ville

FRANCE

Pays

Française

Nationalité

Française

N° de téléphone (facultatif)

N° de télécopie (facultatif)

Adresse électronique (facultatif)

S'il y a plus d'un demandeur, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»

Remplir impérativement la 2^{me} page



BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE page 2/2

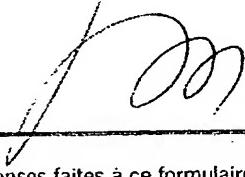
BR2

5 DEC 2002
RESERVÉ À L'INPI
REMISE DES PIÈCES
DATE
75 INPI PARIS
UEU

0215370

N° D'ENREGISTREMENT
NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI

08 540 0 W / 010501

Vos références pour ce dossier : <i>(facultatif)</i>		B 02/3396 FR-FZ
6 MANDATAIRE (<i>s'il y a lieu</i>)		
Nom		
Prénom		
Cabinet ou Société		Bureau D.A. CASALONGA - JOSSE
N ° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel		
Adresse	Rue	8, avenue Percier
	Code postal et ville	[7 5 10 18] PARIS
	Pays	
Nº de téléphone <i>(facultatif)</i>		
Nº de télecopie <i>(facultatif)</i>		
Adresse électronique <i>(facultatif)</i>		
7 INVENTEUR (S)		Les inventeurs sont nécessairement des personnes physiques
Les demandeurs et les inventeurs sont les mêmes personnes		<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non : Dans ce cas remplir le formulaire de Désignation d'inventeur(s)
8 RAPPORT DE RECHERCHE		Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)
Établissement immédiat ou établissement différé		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Paiement échelonné de la redevance <i>(en deux versements)</i>		Uniquement pour les personnes physiques effectuant elles-mêmes leur propre dépôt
		<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES		Uniquement pour les personnes physiques
		<input type="checkbox"/> Requise pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition) <input type="checkbox"/> Obtenue antérieurement à ce dépôt pour cette invention (joindre une copie de la décision d'admission à l'assistance gratuite ou indiquer sa référence) : AG []
Si vous avez utilisé l'imprimé « Suite », indiquez le nombre de pages jointes		
10 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE <i>(Nom et qualité du signataire)</i>		 Axel CASALONGA, bm 92 1044 Conseil en Propriété Industrielle
		VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI 

Procédé d'adhésion de deux éléments, en particulier d'un circuit intégré, par exemple une encapsulation d'un résonateur, et circuit intégré correspondant

5

L'invention concerne le domaine des microsystèmes et des circuits intégrés, et plus particulièrement l'adhésion mutuelle de deux éléments d'un circuit intégré ou d'un microsystème.

10 L'invention s'applique avantageusement mais non limitativement à l'encapsulation de composants sur une puce électronique, par exemple l'encapsulation d'un résonateur supporté par un miroir de Bragg.

Le développement des technologies de la microélectronique s'accompagne d'une intégration de plus en plus systématique de fonctions électriques complexes, jadis situées à l'extérieur du boîtier du circuit intégré. Parmi ces fonctions, on peut citer les microsystèmes électromécaniques (MEMS : Micro Electro Mechanical Systems) et les composants passifs connus par l'homme du métier sous la dénomination anglosaxonne de composants « above IC » (au-dessus du circuit intégré) réalisés au-dessus de la couche de passivation recouvrant le circuit intégré.

20 La réalisation de ces systèmes MEMS ou composants passifs requiert une stricte compatibilité, notamment thermique, de leurs étapes avec celles de la réalisation des niveaux d'interconnexion inférieurs, ainsi qu'une couche de protection avant la mise en boîtier du circuit.

25 Actuellement, l'adhésion de deux éléments au sein d'un microsystème se fait par collage à l'aide d'un matériau polymère. Néanmoins cette approche pose problème, car le polymère est isolant, il ne permet pas d'assurer un contact électrique. De plus, dans le cas des

encapsulations de composants, le collage utilisant le polymère ne permet pas d'obtenir un système hermétique.

Dans le domaine des microsystèmes, la demande de brevet WO 02/058233 décrit l'encapsulation de filtres utilisant comme moyen d'adhésion l'alliage eutectique AuSi. Mais ce type d'alliage ne peut être utilisé en microélectronique sur un circuit intégré, car l'or diffuserait à travers les niveaux inférieurs du circuit intégré et endommagerait les interconnexions s'y trouvant.

Ainsi, actuellement, aucune méthode ne permet d'adhérer deux éléments d'un circuit intégré, en particulier d'encapsuler un composant sur un circuit intégré, à une température acceptable, par exemple inférieure à 400°C, permettant d'obtenir une couche d'adhésion ayant de bonnes propriétés mécaniques et éventuellement de bonnes propriétés électriques de façon à obtenir par exemple un système hermétique ou semi-hermétique.

L'invention vise à apporter une solution à ces problèmes.

L'invention concerne un procédé d'adhésion d'un premier élément, par exemple d'un circuit intégré ou d'un microsystème, dont au moins une partie de la surface est recouverte de silicium, sur un second élément, par exemple d'un circuit intégré ou d'un microsystème, dont au moins une partie de la surface est recouverte de nickel. L'adhésion est effectuée par soudage NiSi (nickel silicium). Le soudage s'effectue à une température de chauffage supérieure à 250°C, de préférence entre 250°C et 400°C, et plus particulièrement à 300°C.

La durée minimale du soudage dépend de la température de soudage utilisée, et pourra être ajustée par l'homme du métier en fonction de l'application envisagée. Ceci étant il a été observé qu'une durée minimale de 5 minutes pouvait être envisagée. Mais lorsque la

température est inférieure à 450°C, il s'avère préférable d'adopter une durée minimale de 20 minutes environ, avantageusement 25 minutes.

La rugosité entre les deux parties de surface des deux éléments est de préférence inférieure à 1 µm. La couche de NiSi ainsi formée peut avoir à titre indicatif une épaisseur de l'ordre de 1 µm.

Selon une variante de l'invention, le second élément comporte, sous la couche en nickel, une sous-couche en silicium. L'empilement obtenu est composé des couches Si/Ni/Si. Après soudage, l'empilement est formé des couches Si/NiSi/Si.

10 Selon une autre variante de l'invention, le premier élément comporte, sous la couche en silicium, une sous-couche en nickel. L'empilement obtenu est composé des couches Ni/Si/Ni. Après soudage, cet empilement se constitue des couches Ni/NiSi/Si/NiSi/Ni ou bien Ni/NiSi/Ni si tout le silicium est consommé. Ce second empilement présente l'avantage d'être conducteur au niveau de chacune de ses couches.

L'invention s'applique avantageusement à une encapsulation de composants sur une puce électronique.

20 Dans une première variante du procédé d'encapsulation, le premier élément est un capot en silicium et le second élément comporte un résonateur supporté par un miroir de Bragg comportant une couche de nickel entre deux couches de matériau de faible impédance acoustique, comme par exemple SiO₂.

25 Selon un mode de mise en œuvre, le procédé comprend les étapes suivantes préalablement à l'étape d'adhésion :

-une étape de préparation du second élément, comportant le retrait d'une partie de la couche du matériau de faible impédance de façon à découvrir la couche de nickel,

-une étape de préparation du premier élément, comportant la formation d'une partie de liaison en silicium,

-une étape de mise en contact de la partie de liaison du premier élément avec la partie découverte de la couche de nickel du second élément,

de façon à obtenir, après adhésion, le résonateur encapsulé par le capot.

On entend par "partie" une ou plusieurs régions d'un élément ou d'une couche.

10 Selon un autre mode de mise en œuvre du procédé, le premier élément est un capot en silicium et le second élément comporte un résonateur supporté par un miroir de Bragg comportant une couche d'un matériau de forte impédance différent du nickel entre deux couches de matériau de faible impédance acoustique.

15 Ce procédé comprend par exemple les étapes suivantes préalablement à l'étape d'adhésion :

-une étape de préparation du second élément, comportant le retrait d'une partie de la couche du matériau de faible impédance acoustique de façon à découvrir la couche de matériau de forte impédance acoustique,

-une étape de dépôt de nickel sur la partie découverte,

-une étape de préparation du premier élément, comportant la formation d'une partie de liaison en silicium,

25 -une étape de mise en contact de la partie de liaison du premier élément avec la partie découverte de la couche de nickel du second élément,

de façon à obtenir, après adhésion, le résonateur encapsulé par le capot.

L'invention propose également un dispositif, par exemple un circuit intégré ou un microsystème, comportant au moins deux éléments mutuellement solidarisés par une soudure formée d'un alliage NiSi.

Selon une première variante de l'invention, les deux éléments mutuellement solidarisés sont en silicium.

Selon une seconde variante de l'invention, les deux éléments mutuellement solidarisés sont en nickel.

Selon une troisième variante de l'invention, le premier élément est un capot en silicium, le second élément est un résonateur supporté par un miroir de Bragg, dont la couche du matériau de forte impédance acoustique est du nickel, la soudure NiSi se situant au niveau de l'interface entre une région du capot et une partie de la couche de nickel, le résonateur étant encapsulé par le capot.

Selon une quatrième variante de l'invention, le premier élément est un capot en silicium, le second élément est un résonateur supporté par un miroir de Bragg, dont la couche du matériau de forte impédance est différente du nickel, la soudure NiSi se situant au niveau de l'interface entre une région du capot et une partie de la couche du matériau de forte impédance acoustique, le résonateur étant encapsulé par le capot.

D'autres avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront à l'examen de la description détaillée des modes de réalisation et de mise en œuvre, nullement limitatifs, et des dessins annexés, sur lesquels :

- les figures 1 et 2 illustrent d'une façon très schématique un premier mode de mise en œuvre du procédé selon l'invention aboutissant à un premier mode de réalisation d'un circuit intégré selon l'invention,
- les figures 3 et 4 illustrent d'une façon très schématique un second mode de mise en œuvre du procédé selon l'invention aboutissant à un second mode de réalisation d'un circuit intégré selon l'invention,



-les figures 5 à 10 illustrent d'une façon très schématique une autre mise en œuvre du procédé selon l'invention, plus particulièrement adaptée à une encapsulation d'un résonateur supporté par un miroir de Bragg,

5 -les figures 11 à 15 illustrent d'une façon très schématique encore une autre mise en œuvre du procédé selon l'invention, plus particulièrement adaptée à une encapsulation d'un résonateur supporté par un miroir de Bragg.

La figure 1 représente une couche de silicium 1 d'un circuit intégré CI et sur laquelle une couche de nickel 2 a été déposée de façon classique 10 et connue en soi. Sur cette dernière couche, une autre couche de silicium 3 a été déposée ou mise en contact.

La figure 2 représente les mêmes éléments que ceux représentés à la figure 1 une fois le soudage effectué. On obtient ainsi deux couches de silicium 1 et 3, mutuellement adhérées par une soudure NiSi (nickel 15 silicium) 5.

Sur la figure 3, le circuit intégré CI comporte cette fois-ci une fine couche de silicium 8 disposée entre deux couches de nickel 7 et 9. Après soudage (fig 4), les deux couches de nickel 7 et 9 sont mutuellement solidarisées par l'alliage NiSi 11.

20 Dans ce mode de mise en œuvre, puisque l'alliage NiSi est conducteur, l'empilement des couches 7, 11 et 9 présente l'avantage d'être électriquement conducteur dans le sens vertical.

Ce mode de réalisation permet donc à la fois de solidariser deux éléments en nickel d'un circuit intégré, et de réaliser un empilement 25 électriquement conducteur, qui pourrait par exemple servir pour une interconnexion électrique.

D'une façon générale, le soudage selon l'invention s'effectue à une température supérieure à 250°C, de préférence entre 250 °C et 400°C, et plus particulièrement à 300°C. Pour effectuer le soudage de deux

éléments, on maintient en contact les deux éléments avec une pression suffisante pour assurer le contact, et on chauffe à la température de soudage pendant typiquement 25 minutes. Par ailleurs, la rugosité des couches à souder est un paramètre permettant d'obtenir un soudage robuste, fiable et tenant sous vide. L'ensemble forme un second élément destiné à être solidarisé par soudage NiSi sur un premier élément d'un circuit intégré. Une rugosité inférieure ou égale à 1 µm sera préférable. L'épaisseur de la couche NiSi obtenue dépend des épaisseurs des couches en présence et de la durée de soudage. A titre indicatif, une épaisseur de 1 µm environ est une valeur acceptable pour une soudure.

On se réfère maintenant plus particulièrement aux figures 5 à 15 pour décrire une application particulière du soudage NiSi selon l'invention, à savoir une encapsulation d'un composant, tel un résonateur, supporté par un miroir de Bragg.

Une première variante de ce procédé d'encapsulation est illustrée sur les figures 5 à 10.

La figure 5 représente un élément, dénommé ici « second élément », qui comporte un résonateur 14 supporté par un miroir de Bragg 15, constitué d'une couche de nickel 16 située entre deux couches 17 d'un matériau de faible impédance acoustique par exemple SiO₂. Ce second élément, supporté par un substrat 13, va subir des étapes de préparation préalables à l'étape d'adhésion.

La figure 6 représente le second élément, sur lequel on a déposé une résine 18, afin de protéger le résonateur 14 des traitements ultérieurs.

On grave ensuite chimiquement de façon connue en soi deux orifices 180 dans la résine 18 de façon à découvrir deux régions 181 de la surface supérieure du miroir de Bragg.

La figure 7 représente le second élément, une fois effectué le retrait au niveau des régions 181 d'une partie de la couche du matériau de faible



impédance acoustique 17 par exemple par voie ionique ou par gravure sélective bien connue de l'homme du métier, et dont les caractéristiques dépendent du matériau utilisé. La couche de nickel 16 du miroir de Bragg est alors découverte au niveau des zones 160. Ces zones de nickel découvertes 160 pourront subir ensuite un éventuel nettoyage au plasma afin d'enlever les résidus de silice, ayant pu être introduits lors de la gravure. Il est en effet préférable d'obtenir une surface de nickel propre.

La figure 8 représente un premier élément 19 en silicium dans lequel 10 on a réalisé par gravure une partie de liaison en silicium 20.

Avant la mise en contact des premier et second éléments, la résine 18 protégeant le résonateur du second élément est enlevée de façon connue en soi de la surface du miroir de Bragg 15.

On vient alors mettre en contact la partie de liaison 20 du premier 15 élément 19 avec les zones de nickel découvertes 160 du second élément (fig 9). Puis on procéde au soudage de façon à former un alliage NiSi 21 à l'interface entre la partie de liaison 20 en silicium et les zones de nickel 160. L'épaisseur de la soudure est par exemple de 1 μm .

20 L'encapsulation obtenue peut être effectuée sous vide ou sous faible pression, afin d'obtenir un boîtier hermétique ou semi-hermétique. Lorsque le vide est établi avant l'étape de soudage, la soudure se fera sous vide.

Puis, comme illustré sur la figure 10, on procède par exemple à un 25 polissage mécano-chimique de la face arrière FAR de l'élément 19 de façon à former un capot en silicium 190.

Le circuit intégré CI ainsi obtenu comprend alors un substrat 13 comprenant sur sa partie supérieure un miroir de Bragg 15, constitué d'un empilement de couches dont on n'a représenté que les trois

dernières sur la figure 10. La couche de forte impédance acoustique 16 est formée de nickel et est prise en sandwich entre deux couches de faible impédance acoustique, par exemple SiO_2 . Ce miroir de Bragg 15 supporte un résonateur 14, encapsulé entre le miroir de Bragg et un 5 capot de silicium 190. Le miroir de Bragg 15 et le capot de silicium 190 sont mutuellement solidarisés par une soudure 21 formée d'un alliage NiSi. Cet alliage se situe à l'interface de la couche de nickel du miroir de Bragg 16 et des parties de liaison 20 du capot.

La seconde variante du procédé est illustrée sur les figures 11 à 15. 10 Seules les différences entre ces figures et les figures 5 à 10 seront maintenant décrites.

Selon cette seconde variante, le miroir de Bragg 15 possède une couche 16 d'un matériau de forte impédance acoustique, différente du nickel. Cette couche 16 peut être par exemple, en cuivre, en 15 aluminium, en tungstène, en molybdène ou en tout autre métal conducteur.

Après avoir découvert les zones 160 de la couche 16, on dépose sur ces zones 160 une couche de nickel 28, par exemple par dépôt électrolytique.

20 Puis après avoir mis en contact la partie de liaison 20 de l'élément 19 avec les couches de nickel 28, on procède au soudage. Là encore, l'épaisseur de la couche de nickel 28 est choisie de façon à obtenir une soudure 21 NiSi de 1 μm d'épaisseur par exemple.

La suite du procédé est identique à ce qui a été décrit précédemment 25 en référence à la figure 10. On obtient alors sur la figure 15 un circuit intégré analogue à celui de la figure 10, à la différence près que cette fois-ci, le capot 190 encapsule un résonateur supporté par un miroir de Bragg dont la couche de forte impédance acoustique n'est pas en nickel.



A cet égard, même si la totalité de la soudure NiSi peut consommer la totalité de la couche de nickel 28, il est également possible en fonction des épaisseurs utilisées, que subsiste un reliquat de nickel 28 sous la soudure 21 NiSi.

5 Bien que l'on ait décrit une application de l'invention relative à des éléments d'un circuit intégré, le soudage NiSi selon l'invention peut également s'appliquer à des microsystèmes, et remplacer alors avantageusement le soudage avec l'alliage eutectique AuSi.

REVENDICATIONS

- 1 Procédé d'adhésion d'un premier élément (1;8), dont au moins une partie de la surface est recouverte de silicium sur un second élément
5 (2;9) dont au moins une partie de la surface est recouverte de nickel, comportant une étape d'adhésion effectuée par soudage NiSi à une température de chauffage supérieure à 250°C, la rugosité entre les deux parties de surface des deux éléments étant inférieure à 1 µm.
- 10 2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que chacun des deux éléments fait partie d'un circuit intégré ou d'un microsystème.
- 15 3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé par le fait que la durée minimale de soudage est au moins de 5 minutes.
- 4 Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé par le fait que la température de chauffage est comprise entre 250°C et 400°C, de préférence 300°C.
- 20 5. Procédé selon les revendications 3 et 4, caractérisé par le fait que la température minimale de soudage est au moins de 20 minutes, par exemple 25 minutes.
- 25 6 Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que la couche formée de NiSi (5) a une épaisseur de l'ordre de 1 µm.

REVENDICATIONS

- 1 Procédé d'adhésion d'un premier élément (1;8), dont au moins une partie de la surface est recouverte de silicium sur un second élément (2;9) dont au moins une partie de la surface est recouverte de nickel, comportant une étape d'adhésion effectuée par soudage NiSi à une température de chauffage supérieure à 250°C, la rugosité entre les deux parties de surface des deux éléments étant inférieure à 1 μm .
- 5 2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que chacun des deux éléments fait partie d'un circuit intégré ou d'un microsystème.
- 10 3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé par le fait que la durée minimale de soudage est au moins de 5 minutes.
- 15 4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé par le fait que la température de chauffage est comprise entre 250°C et 400°C, de préférence 300°C.
- 20 5. Procédé selon les revendications 3 et 4, caractérisé par le fait que la durée minimale de soudage est au moins de 20 minutes, par exemple 25 minutes.
- 25 6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que la couche formée de NiSi (5) a une épaisseur de l'ordre de 1 μm .

7 Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que le second élément comporte, sous la couche en nickel (2), une sous-couche en silicium (1).

5 8 Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé par le fait que le premier élément comporte, sous la couche en silicium (8), une sous-couche en nickel (7).

9 Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6 dans
10 lequel :

-le premier élément est un capot en silicium (19),
-et le second élément comporte un résonateur (14) supporté par un miroir de Bragg (15) comportant une couche de nickel (16) entre deux couches de matériau de faible impédance acoustique (17), caractérisé par le fait que ce procédé comprend les étapes suivantes préalablement à l'étape d'adhésion :

20 -une étape de préparation du second élément, comportant le retrait d'au moins une partie de la couche du matériau de faible impédance acoustique (17) de façon à découvrir la couche de nickel (16);

-une étape de préparation du premier élément (19), comportant la formation d'au moins une partie de liaison en silicium (20);

-une étape de mise en contact de la partie de liaison (20) du premier élément avec la partie découverte de la couche de nickel (16) du second élément,

25 de façon à obtenir, après adhésion, le résonateur encapsulé par le capot.

10 Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel :

30 -le premier élément est un capot en silicium (19),



-et le second élément comporte un résonateur (14) supporté par un miroir de Bragg (15) comportant une couche de matériau de forte impédance acoustique différent du nickel (16) entre deux couches de matériau de faible impédance acoustique (17), caractérisé par le fait
5 que ce procédé comprend les étapes suivantes préalablement à l'étape d'adhésion :

10 -une étape de préparation du second élément, comportant le retrait d'au moins une partie de la couche du matériau de faible impédance (17) de façon à découvrir la couche de matériau de forte impédance (16),

-une étape de formation de nickel sur la partie découverte (28),

-une étape de préparation du premier élément (19), comportant la formation d'au moins une partie de liaison en silicium (20),

15 -une étape de mise en contact de la partie de liaison (20) du premier élément avec la couche de nickel formée (28) sur le second élément,

de façon à obtenir, après adhésion, le résonateur encapsulé par le capot.

20 11 Circuit intégré, caractérisé par le fait qu'il comporte au moins deux éléments mutuellement solidarisés par une soudure formée d'un alliage NiSi (21).

25 12 Circuit intégré selon la revendication 11, caractérisé par le fait que les deux éléments sont en silicium.

13 Circuit intégré selon la revendication 11, caractérisé par le fait que les deux éléments sont en nickel.

14 Circuit intégré selon la revendication 11, caractérisé par le fait que
le premier élément est un capot en silicium (19), le second élément est
un résonateur (14) supporté par un miroir de Bragg (15), dont la
couche du matériau de forte impédance est du nickel (16), la soudure
5 NiSi (21) se situant au niveau de l'interface entre une région du capot
(20) et une partie de la couche de nickel (160), le résonateur (14) étant
encapsulé par le capot.

15 Circuit intégré selon la revendication 11, caractérisé par le fait que
10 le premier élément est un capot en silicium (19), le second élément est
un résonateur (14) supporté par un miroir de Bragg (15), dont la
couche du matériau de forte impédance (16) est différente du nickel, la
soudure NiSi (21) se situant au niveau de l'interface entre une région
du capot (20) et une partie de la couche du matériau de forte
15 impédance, le résonateur (14) étant encapsulé par le capot.

1/8

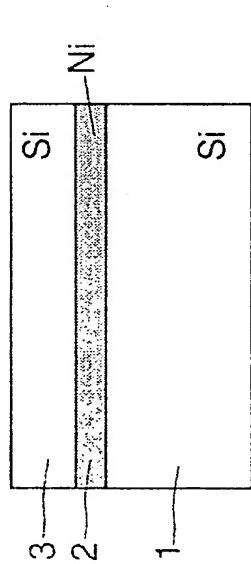
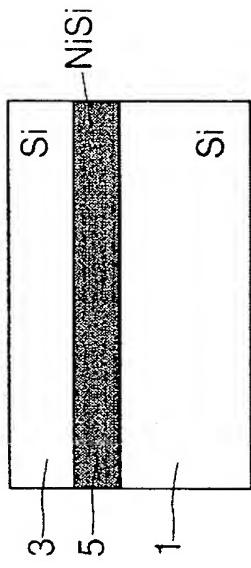
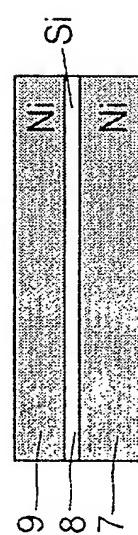
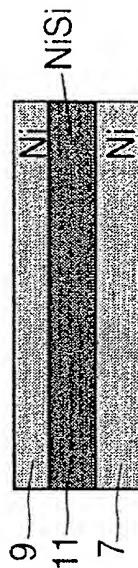
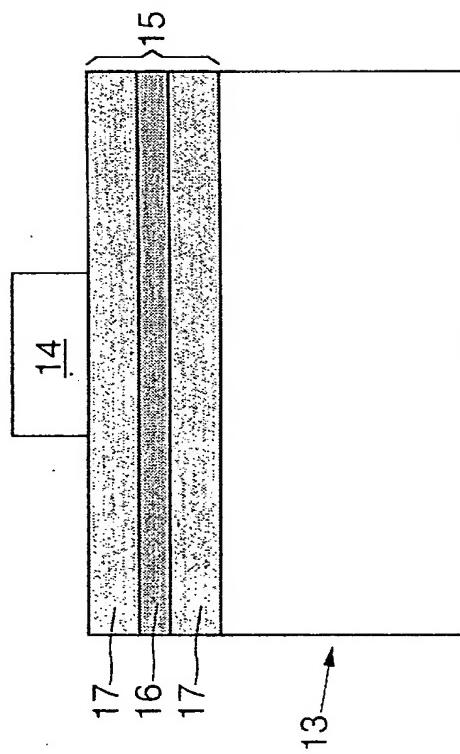
FIG.1FIG.2FIG.3FIG.4

FIG.5

1er dépôt

FIG.6

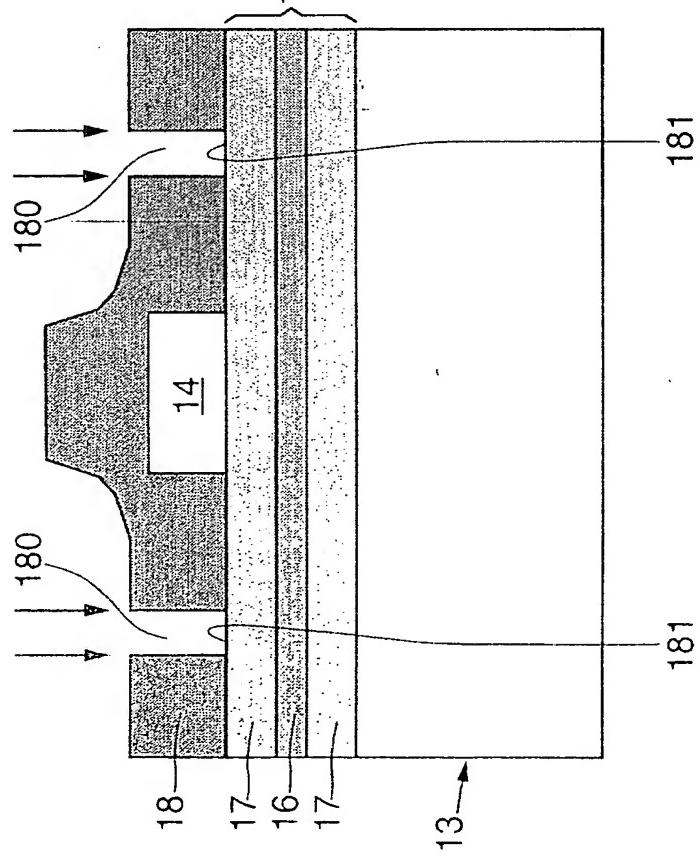


FIG.7

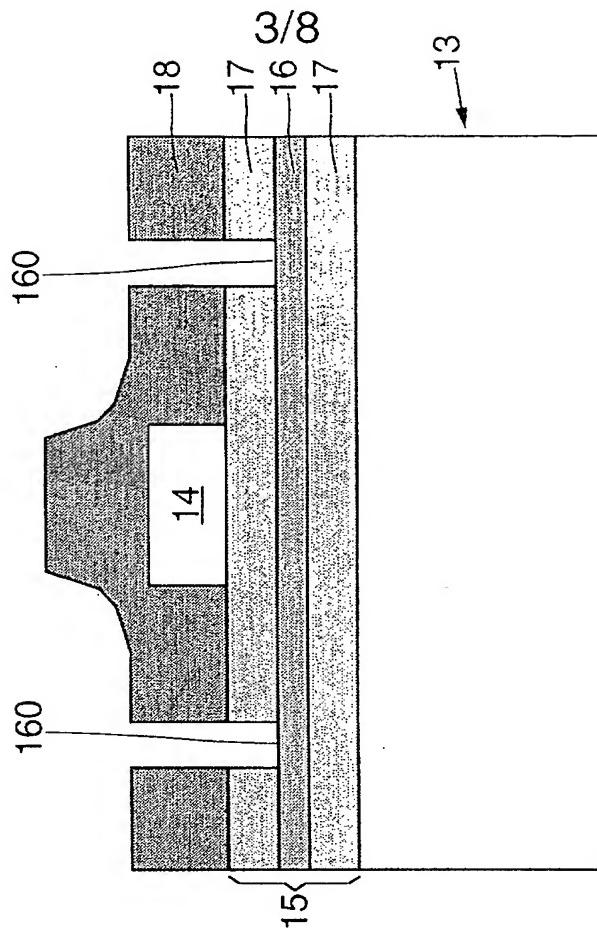


FIG.8

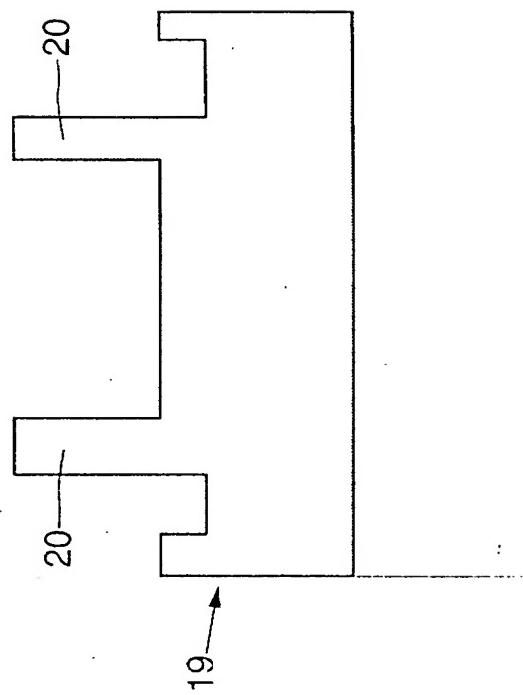
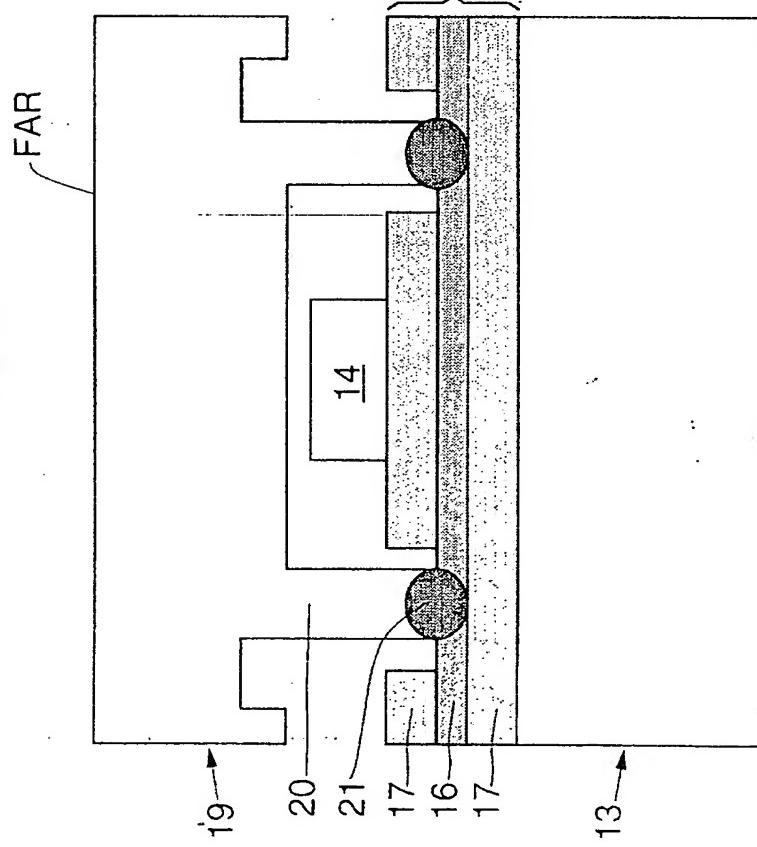
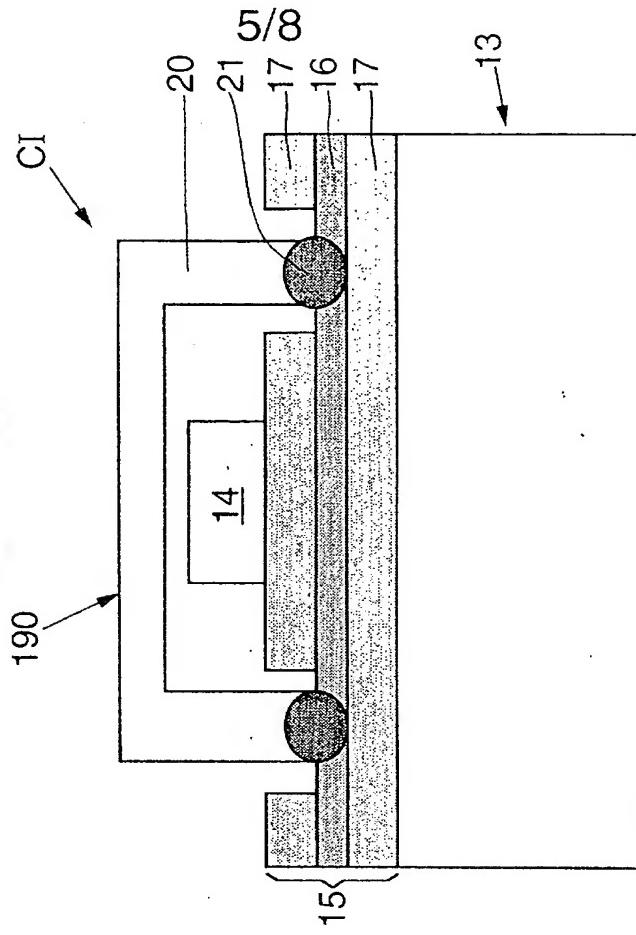


FIG.9FIG.10

1er dépôt

FIG.11

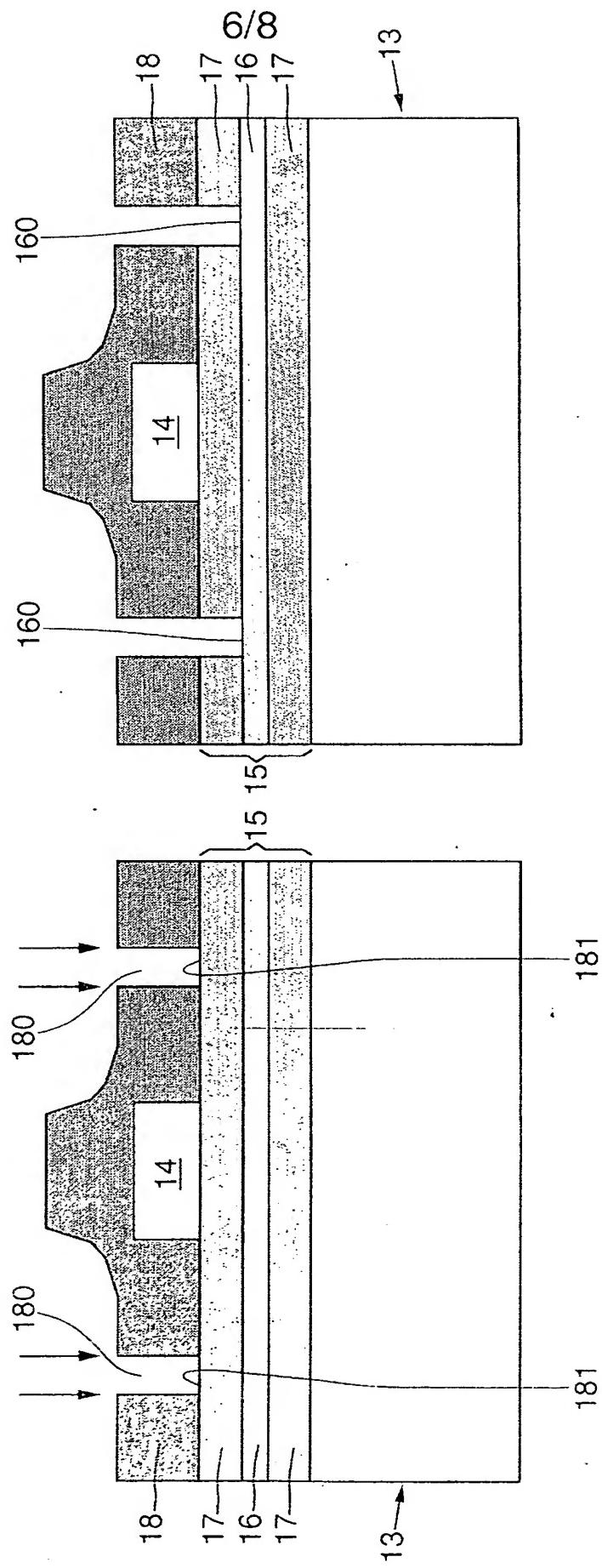
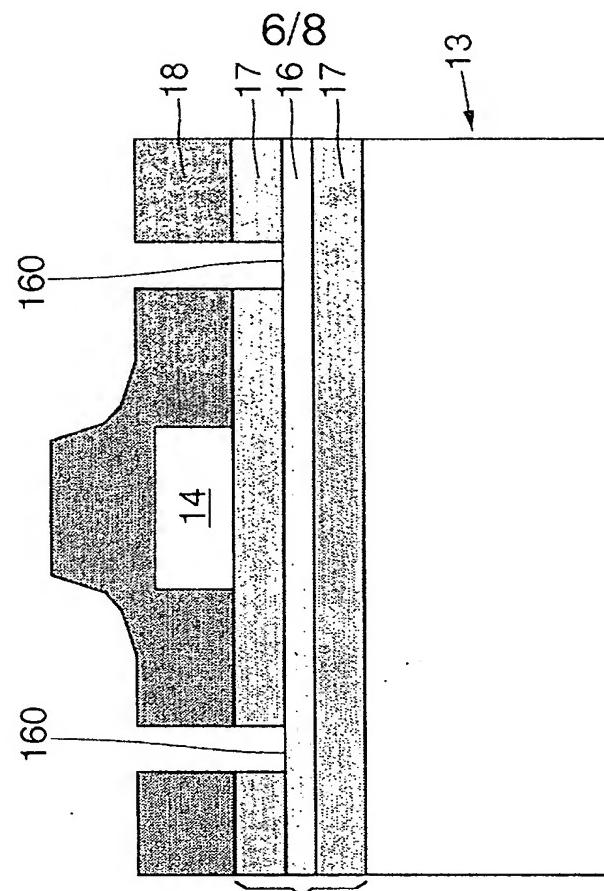
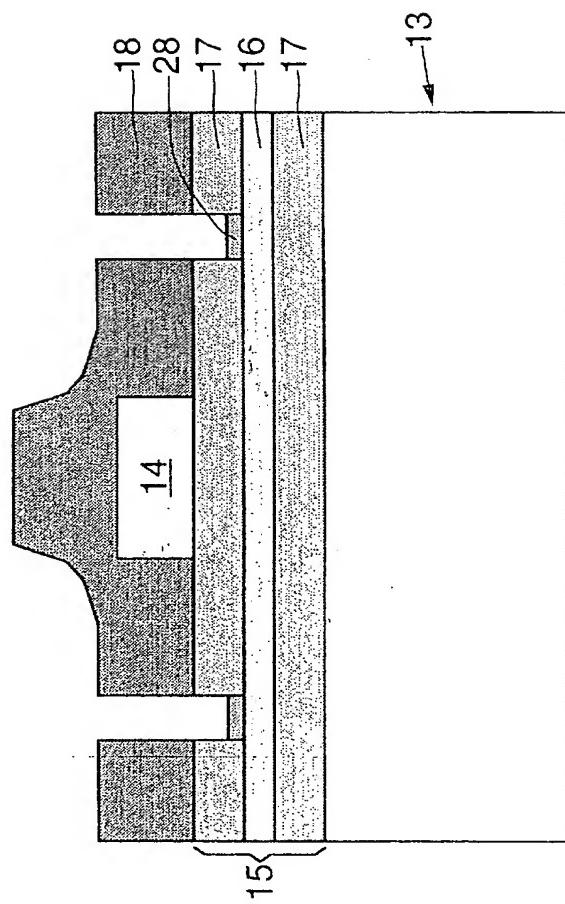


FIG.12



7/8

FIG. 13



1er dépôt

FIG.14

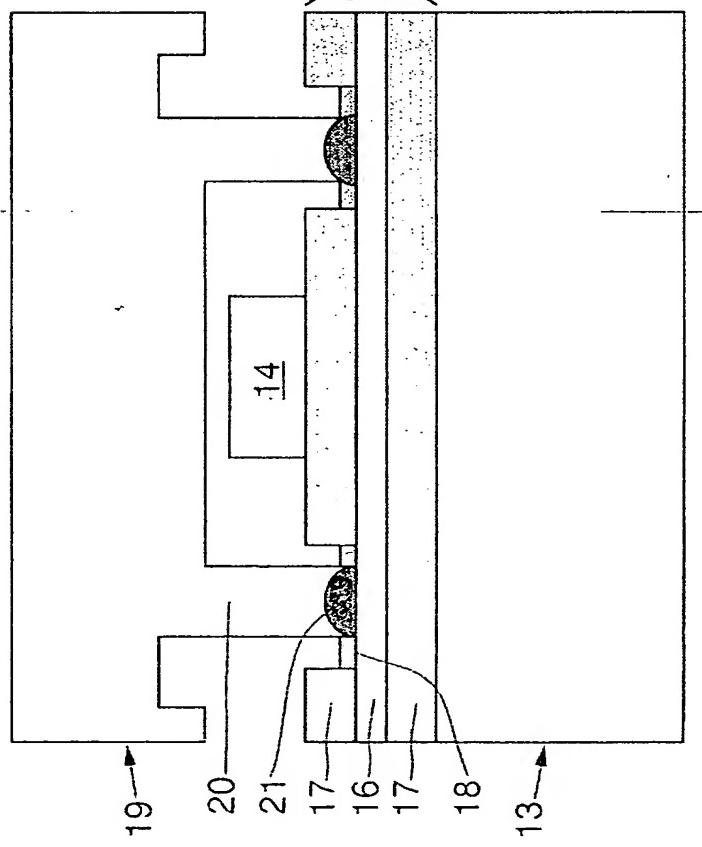
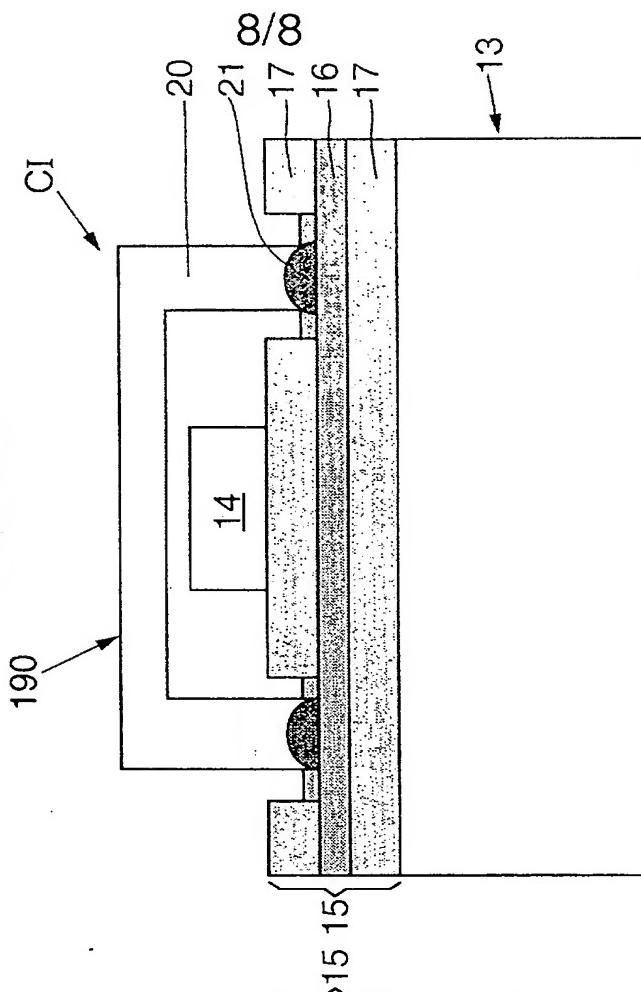


FIG.15





DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08
Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI

N° 11235*03

INV

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 1.../1...

(À fournir dans le cas où les demandeurs et les inventeurs ne sont pas les mêmes personnes)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 G W / 27 CEO!

Vos références pour ce dossier (facultatif)	B 02/3396 FR-FZ														
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL	<i>0215370</i>														
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)															
Procédé d'adhésion de deux éléments, en particulier d'un circuit intégré, par exemple une encapsulation d'un résonateur, et circuit intégré correspondant.															
LE(S) DEMANDEUR(S) :															
Société Anonyme dite : STMicroelectronics SA															
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) :															
<table border="1"> <tr> <td>1 Nom</td> <td>BOUCHE</td> </tr> <tr> <td>Prénoms</td> <td>Guillaume</td> </tr> <tr> <td>Adresse</td> <td>Rue</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1 rue du Palais</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Code postal et ville</td> </tr> <tr> <td></td> <td>[3 8 0 0 0] GRENOBLE</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Société d'appartenance (facultatif)</td> </tr> </table>		1 Nom	BOUCHE	Prénoms	Guillaume	Adresse	Rue		1 rue du Palais		Code postal et ville		[3 8 0 0 0] GRENOBLE	Société d'appartenance (facultatif)	
1 Nom	BOUCHE														
Prénoms	Guillaume														
Adresse	Rue														
	1 rue du Palais														
	Code postal et ville														
	[3 8 0 0 0] GRENOBLE														
Société d'appartenance (facultatif)															
<table border="1"> <tr> <td>2 Nom</td> <td>ANCEY</td> </tr> <tr> <td>Prénoms</td> <td>Pascal</td> </tr> <tr> <td>Adresse</td> <td>Rue</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Les Guimets</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Code postal et ville</td> </tr> <tr> <td></td> <td>[3 8 1 4 2 0] REVEL</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Société d'appartenance (facultatif)</td> </tr> </table>		2 Nom	ANCEY	Prénoms	Pascal	Adresse	Rue		Les Guimets		Code postal et ville		[3 8 1 4 2 0] REVEL	Société d'appartenance (facultatif)	
2 Nom	ANCEY														
Prénoms	Pascal														
Adresse	Rue														
	Les Guimets														
	Code postal et ville														
	[3 8 1 4 2 0] REVEL														
Société d'appartenance (facultatif)															
<table border="1"> <tr> <td>3 Nom</td> <td>FROMENT</td> </tr> <tr> <td>Prénoms</td> <td>Benoit</td> </tr> <tr> <td>Adresse</td> <td>Rue</td> </tr> <tr> <td></td> <td>4 rue Honoré de Balzac</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Code postal et ville</td> </tr> <tr> <td></td> <td>[3 8 1 0 0] GRENOBLE</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Société d'appartenance (facultatif)</td> </tr> </table>		3 Nom	FROMENT	Prénoms	Benoit	Adresse	Rue		4 rue Honoré de Balzac		Code postal et ville		[3 8 1 0 0] GRENOBLE	Société d'appartenance (facultatif)	
3 Nom	FROMENT														
Prénoms	Benoit														
Adresse	Rue														
	4 rue Honoré de Balzac														
	Code postal et ville														
	[3 8 1 0 0] GRENOBLE														
Société d'appartenance (facultatif)															
S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez plusieurs formulaires. Indiquez en haut à droite le N° de la page suivi du nombre de pages.															
DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)	Paris, le 5 Décembre 2002 Axel CASALONGA, bm 921044 i Conseil en Propriété Industrielle														